

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-308347

(43)Date of publication of application : 04.11.1994

(51)Int.Cl.

G02B 6/28

(21)Application number : 06-054232

(71)Applicant : AMERICAN TELEPH & TELEGR CO
<ATT>

(22)Date of filing : 25.03.1994

(72)Inventor : GLANCE BERNARD
WILSON ROBERT W

(30)Priority

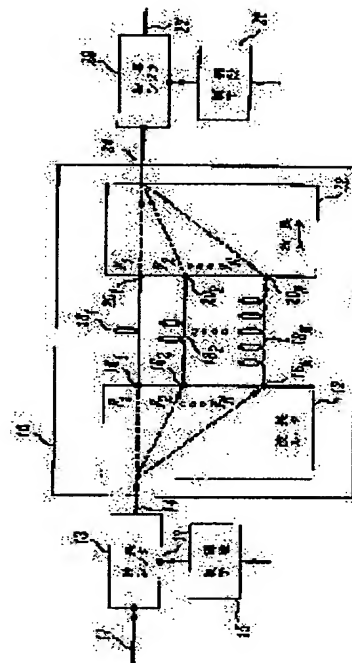
Priority number : 93 38589 Priority date : 26.03.1993 Priority country : US

(54) OPTICAL DELAY LINE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an optical delay line with which variable delay is economically provided.

CONSTITUTION: The optical delay line for delaying an optical signal just for the period of selected time is provided with an input wavelength router 12 connected to an output wavelength router 22 by the optical waveguide of a different length. A wavelength shifter 13 coupled to the input of this input wavelength router 12 shifts the wavelength of the received signal to the desired wavelength. While depending on the wavelength of the signal from the wavelength shifter 13, the received signal is turned toward any specified one of waveguides having different lengths for providing controllable delay. The output wavelength router 22 outputs the optical signals from the various waveguides having different lengths to one common output waveguide.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.09.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-308347

(43)公開日 平成6年(1994)11月4日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 2 B 6/28

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 8707-2K

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平6-54232

(22)出願日 平成6年(1994)3月25日

(31)優先権主張番号 038589

(32)優先日 1993年3月26日

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 390035493

アメリカン テレフォン アンド テレグ
ラフ カムパニー

AMERICAN TELEPHONE
AND TELEGRAPH COMPA
NY

アメリカ合衆国 10013-2412 ニューヨ
ーク ニューヨーク アヴェニュー オブ
ジ アメリカズ 32

(74)代理人 弁理士 岡部 正夫 (外2名)

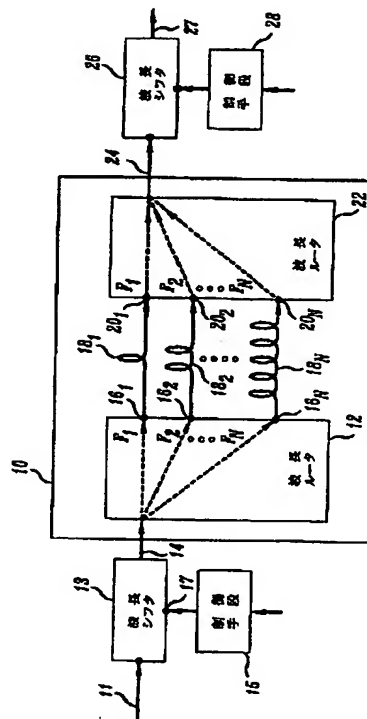
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学遅延ライン

(57)【要約】

【目的】 可変遅延を経済的に実現できる光学遅延ラインを提供する。

【構成】 光信号を選択された時間期間だけ遅延することができる可変光学遅延ラインは異なる長さの光導波路によって出力波長ルータに接続された入力波長ルータを含む。この入力波長ルータの入力に結合された波長シフタは受信された信号の波長を所望の波長にシフトする。波長シフタからの信号の波長に依存して、受信された信号は制御可能な遅延を提供するために異なる長さの導波路の特定の一つに向けられる。出力波長ルータは異なる長さの様々な導波路からの光信号を一つの共通の出力導波路に向ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 可変光学遅延ラインであって、これが受信された光信号の波長を変更するための波長シフタ、複数の出力ポートを持つ波長シフタからの信号を受信するための入力波長ルーティングデバイス、複数の入力ポート及び少なくとも一つの出力ポートを持つ出力波長ルーティングデバイス、及び前記入力波長ルーティングデバイスの前記複数の出力ポートと前記出力波長ルーティングデバイスの前記複数の入力ポートとの間に介挿された光導波路を含むことを特徴とする可変光学遅延ライン。

【請求項2】 前記入力波長ルーティングデバイスの複数の出力ポートと前記出力波長ルーティングデバイスの複数の入力ポートとの間に介挿された光学導波路が異なる長さを持つことを特徴とする請求項1の可変光学遅延ライン。

【請求項3】 受信された光信号の波長を制御することによって光信号に所望の遅延を提供するために受信された光信号が異なる長さの導波路の所望の一つを通して伝わるように受信された光信号の波長を変更するために前記波長シフタに結合された制御手段がさらに含まれることを特徴とする請求項2の可変光学遅延ライン。

【請求項4】 前記入力周波数ルーティングデバイスが、導波路に結合された少なくとも一つの入力ポート、前記少なくとも一つの入力ポートに結合された導波路に結合された第一の自由空間領域、前記第一の自由空間領域に接続された導波路に結合された複数の出力ポート、複数の等しくない長さの導波路を持つ前記複数の出力ポートに結合された導波路に接続された光学グレーティング、前記光学グレーティングに接続された導波路に結合された複数の入力ポート、前記光学グレーティングに接続された前記複数の入力ポートに接続された導波路に接続された第二の自由空間領域、及び前記第二の自由空間領域に接続された導波路に結合された複数の出力ポートを含むことを特徴とする請求項2の可変光学遅延ライン。

【請求項5】 前記出力波長ルーティングデバイスが、複数の入力導波路、前記複数の入力導波路に接続された第一の自由空間領域、前記第一の自由空間領域に接続された複数の出力導波路、複数の異なる長さの導波路を持つ前記複数の出力導波路に接続された光学グレーティング、前記光学グレーティングに接続された複数の入力導波路、前記光学グレーティングに接続された前記複数の入力導

波路に接続された第二の自由空間領域、及び前記第二の自由空間領域に接続された少なくとも一つの出力導波路を含むことを特徴とする請求項1の可変光学遅延ライン。

【請求項6】 前記出力波長ルーティングデバイスが、複数の入力導波路、前記複数の入力導波路に接続された第一の自由空間領域、前記第一の自由空間領域に接続された複数の出力導波路、複数の長さの異なる導波路を持つ前記複数の出力導波路に接続された光学グレーティング、前記光学グレーティングに接続された複数の入力導波路、前記光学グレーティングに接続された前記複数の入力導波路に接続された第二の自由空間領域、及び前記第二の自由空間領域に接続された少なくとも一つの出力導波路を含むことを特徴とする請求項4の可変光学遅延ライン。

【請求項7】 前記入力波長ルーティングデバイスの前記複数の出力導波路の各々が前記複数の異なる長さの導波路の一つによって前記出力周波数ルーティングデバイスの前記複数の入力導波路の対応する一つに接続されることを特徴とする請求項6の可変光学遅延ライン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光学通信システムに関する。より詳細には、本発明は、可変であり、光通信システム内に使用することが可能な光学遅延ライン (optical delay lines) に関する。

【0002】

【従来の技術】 今日の商用光波システムはある位置から別の位置に長距離を通じて多量の多重化された情報を運ぶために光ファイバを使用する。局間及び局内リンク、ローカルエリア網 (LAN) 及びメトロポリタンエリア網 (MAN) などのような多くの伝送ラインは光学形式であり、従って、伝送される情報は光ファイバ上を運ばれる。光学形式にて情報を伝送する主要な長所は、単一モード光ファイバと関連する非常に大きな帯域幅と低損失である。

【0003】 通信網内においては、通常に、多くの伝送ラインからの信号が柔軟性を提供するため及び一つの伝送ラインからのトラヒックが異なる宛先に転送 (reroute) されることを許すために他の伝送ラインに交差接続或は交換されることが要求される。

【0004】 光交換において時間領域にて使用されるために開発されている様々なアーキテクチャはファイバループ或はファイバ遅延ライン光学緩衝 (fiber-delay-line optical buffering) を使用する。P. Gagnon-Morin (ガビグネット・モーリン) らによって OFC/100C' 93 T

Technical Digest (テクニカルダイジェスト) に発表された論文には、広帯域光網内でのバケット格納及び時間交換アプリケーション (packet storage and time-switching application) のための可変遅延を持つ電子多重緩衝シフトレジスタ (electronic multibuffer shift register) の等価物を光領域において実現するセットのファイバ遅延ラインに基づく高容量光バッファが開示される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 現在に至るまで、可変遅延を提供でき、経済的に実現できる光学遅延ラインを提供するための便利なアプローチが存在しない。

【0005】

【発明を解決するための手段】 本発明によると、可変光学遅延ラインが開発される。本発明に従う可変遅延ラインは光信号に大きな範囲の時間遅延を提供することができる光集積回路に基づくが、これは比較的 low コストにて実現することができる。

【0006】 本発明の一例においては、本発明者は、例えば、米国特許第5,002,350号及び5,136,671号に開示される集積光デバイスが大きな範囲の遅延を持つ可変光学遅延ラインを形成するために使用できることを認識した。より詳細には、ここに開示される発明は、光導波路にて相互接続された二つの同一の $1 \times N$ 波長ルーティングデバイスを含む。各相互接続光導波路は他の導波路の長さとは異なる特定の長さを持つ。遅延されるべき入力光信号を受信するために接続された $1 \times N$ 波長ルーティングデバイスは、少なくとも一つの入力ポート及び複数の出力ポートを持つものと見なすことができ、ここで、入力ポートによって受信されるある特定の波長の信号はこれら複数の出力ポートの特定の一つに向けられる。動作において、これら出力ポートのどれが入力信号を受信するかを決定するのはその入力信号の波長である。

【0007】 波長シフタが受信された光信号の波長を別の波長にシフトするために第一の、つまり、入力波長ルーティングデバイスの導波路に結合される。シフタからの信号の波長に依存して、受信された光信号はこの入力波長ルーティングデバイスによって相互接続光導波路の特定の一つに向けられる。つまり、所望の制御可能な遅延を提供する特定の長さの導波路に向けられる。第二の波長ルーティングデバイスは異なる長さの様々な光学導波路の各々からの光信号を一つの共通出力導波路に向ける。第二の波長シフタがこの光出力信号をその元の波長にシフトし戻すために第二の波長ルーティングデバイスのこの共通出力導波路に接続される。

【0008】

【実施例】 図1は本発明の原理に従う広いレンジの遅延を提供することができる可変光学遅延ライン (variable optical delay line) の一例を示す。この可変遅延ラ

インは、デバイスの入力の所で異なる長さの光導波路と制御可能な波長シフタと相互接続された二つの周波数ルーティングデバイス (frequency routing device) から構成される。これら構造は、半導体ウエーハ上に部分的或は完全にモノリシック的に集積され、周知のフォトリソグラフィック技法によって形成される。

【0009】 この構造が完全に集積されているケースにおいては、達成が可能な遅延は、ウエーハのサイズによって制約される。より大きな遅延柔軟性 (delay flexibility) は、部分的に集積された構造を使用することによって達成されるが、ここでは、遅延を得るために光ファイバが使用される。

【0010】 図1は、リン化インジウムに基づく物質、例えば、InGaAsPのような半導体材料から製造されたウエーハ10を図解する。既知の波長の光信号は入力光導波路11を介して波長シフタ13に送られるが、これは、受信された光信号の周波数を受信波長から第二の波長にシフトする。波長シフタからの光波長信号は導波路14によってウエーハ10上に示された第一の入力波長ルータ12に運ばれる。波長シフタ13からの信号の波長に依存して、ウエーハ10上に示された単一入力導波路14上にN個の入力光波長 F_1, F_2, \dots, F_N を受信する。第一の波長ルータ12は、この入力光波長を受信し、波長ルータ12の適当な出力ポート16₁、16₂に向ける。より詳細には、入力導波路14によって受信された波長 F_1 の信号は、出力ポート16₁に向けられ、波長 F_2 の信号は出力ポート16₂に向けられ、そして、波長 F_N の信号は出力ポート16_Nに向けられる。

【0011】 出力ポート16₁、16₂...16_Nの各々は長さの異なる導波路18₁、18₂...18_Nを介して第二の波長ルータ22の適当な入力ポート20₁、20₂...20_Nに接続される。長さの異なる導波路18₁、18₂...18_Nは異なる出力ポート16₁、16₂...16_Nからの光信号に所定の量の経路長差を提供し、従って、これら導波路はそれらが運ぶ信号に異なる時間遅延を提供する。

【0012】 導波路18₁、18₂...18_Nは、ウエーハ10上にウエーハの細長い部分を選択的にドーピングすることによって形成することも、或はこれらは様々な長さの個々の光ファイバであっても良い。図1に示されるリン化インジウムウエーハ10のようなウエーハ内にこのような導波路を形成することの詳細は、一般的に知られており、本発明の部分を構成するものではない。従って、これらはここでは説明されない。

【0013】 より詳細には、図1において、導波路11上に受信された第一の波長の信号は波長シフタ13によって第二の波長の信号にシフトされる。受信された光信号に加えられる波長シフトは、信号が波長ルータ12、22及び導波路18₁、18₂...18_Nを通じて

進むに当たっての経路を決定し、従って、この信号が経験する遅延の量を決定する。制御手段15によって波長シフタ13の制御ポート17に加えられた制御信号の値に依存して、導波路11上の波長信号は、 $1.5\mu\text{m}$ 領域において 50nm の帯域幅を通じてシフトされ得る。波長信号をシフトするために適当な波長シフタは、B. Glance (グランズ) らによって1992年8月27日発行の Electronics Letters (エレクトロニクスレターズ)、Vol. 28、No. 18に掲載の論文『高性能光学波長シフタ (High Performance Optical Wavelength Shifter)』において説明されている。この論文に開示の波長シフタは半導体光学増幅器内の利得飽和効果 (gain-saturation effect) に基づく。これは、二つ或はそれ以上の波長間でマルチギガビットのデータ流を転送でき、 $1.5\mu\text{m}$ において 50nm の帯域幅を通じてチューニング可能である。これはまた変換利得 (conversion gain) を提供し、縦続可能 (cascadable) であり、一方において、信号の劣化を殆ど与えない。ここに開示される波長シフタはデータを異なる波長の信号上にコピーすることによって波長のシフトを提供する。データのコピーは、周知の利得飽和によって誘導される漏話効果に基づいて遂行される。この利得効果誘導漏話効果 (gain saturation induced cross-talk effect) は、通常は、従来の光増幅では有害なものとして回避されるが、このケースにおいては極大にされる。この効果の使用は変調フォーマットをデジタル強度変調 (digital intensity modulation) に制限する。この制約内においては、結果は、波長シフトと同一である。

【0014】波長シフタ13は入力導波路14を介して第一の波長ルータ12に結合される。第一の波長ルータ12を通じての波長信号の経路は導波路14上の信号の波長によって決定される。より詳細には、導波路14上の波長 F_1 の入力信号は波長ルータ12によって出力ポート16₁に向けられ、波長 F_2 の入力信号は出力ポート16₂に向けられ、そして最後に、波長 F_N の入力信号は出力ポート16_Nに向けられる。出力ポート16₁、16₂、...、16_Nの各々は、異なる所定の長さを持つ光導波路に接続される。本発明においては、長い遅延を持つべきである光信号は導波路18_Nのような相対的に長い光導波路に向けられ、一方、短い遅延を持つべき光信号は、導波路18₂のように相対的に短い光導波路に向けられる。

【0015】図1の説明を続けるが、出力ポート16₁は第一の長さの導波路18₁の入力に接続され、出力ポート16₂は導波路18₁よりも長い第二の長さの導波路18₂の入力に接続され、そして最後に、出力ポート16_Nは最も長い導波路である導波路18_Nの入力に接続される。

【0016】導波路18₁、18₂、...、18_Nは第二の周波数ルータ22の対応する入力ポート20₁、20

2、...、20_Nに接続される。周波数ルータ22はN個の入力ポート20₁、20₂、...、20_Nの所に出現する信号を単一出力導波路24に向け直す。必要であれば、制御手段28によって制御される第二の波長シフタが出力導波路24上の信号の波長を入力光導波路11上に最初に受信された信号の波長にシフトし戻すために接続される。最初の入力波長ルータ12から出力波長ルータ22に進むに当たって信号が取る経路18₁、18₂、...、18_Nは、その信号の波長によって決定される。こうして、各導波路18₁、18₂、...、18_Nが異なる長さを持つために、信号が入力導波路11から出力導波路27に伝わるために必要な時間は、波長シフタ13からの信号の波長によって決定される。本発明においては、信号が入力導波路から出力導波路に進む過程において経験する時間遅延が信号の波長を制御することによって制御される。

【0017】図2は図1に示される波長ルータ12及び22の重要な部分の詳細を示す。これら波長ルータは同一の構成を持ち得る。各波長ルータは入力導波路を介して自由領域 (free region) 28に接続された複数の入力ポート26を含む。導波路に接続された出力ポート30はこの自由空間領域から延長し、光学グレーティング32に接続される。光学グレーティング32は複数の長さの異なる導波路を含むが、これは、自由空間領域36に接続された導波路に接続された対応する複数の入力ポート34に所定の量の経路長差を提供する。自由空間領域36は導波路39に接続された複数の出力ポート38に接続される。これらの構造及び動作の詳細については、その全内容が参照のために本出願に導入されている米国特許第5,002,350号及び5,136,671号においてより完全に説明されている。波長ルータ12の場合においては、複数の入力ポート26の一つが図1に示されるデバイスの入力導波路14に接続され、出力ポート38に接続された複数の導波路39が出力ポート16₁、16₂、...、16_Nとして使用される。周波数ルーティングデバイス22の場合においては、導波路に接続された複数の入力ポート26は図1に示される入力ポート20₁、20₂、...、20_Nであり、これら導波路39の一つが図1に示される出力導波路24である。

【0018】図1のデバイスは高速大容量光通信網に使用される多数の異なる光学波長にチューニングすることができる。例えば、Nが32或はそれ以上である周波数ルーティングデバイスを単一半導体ウェーハ上に好都合に製造することができる。本発明の原理によると、これは結果として、受信信号に最高32或はそれ以上の異なる遅延を提供することができる光学遅延ラインを与える。

【0019】こうして、当業者においては、ここには明示的に示されない或は説明されないが本発明の原理を具

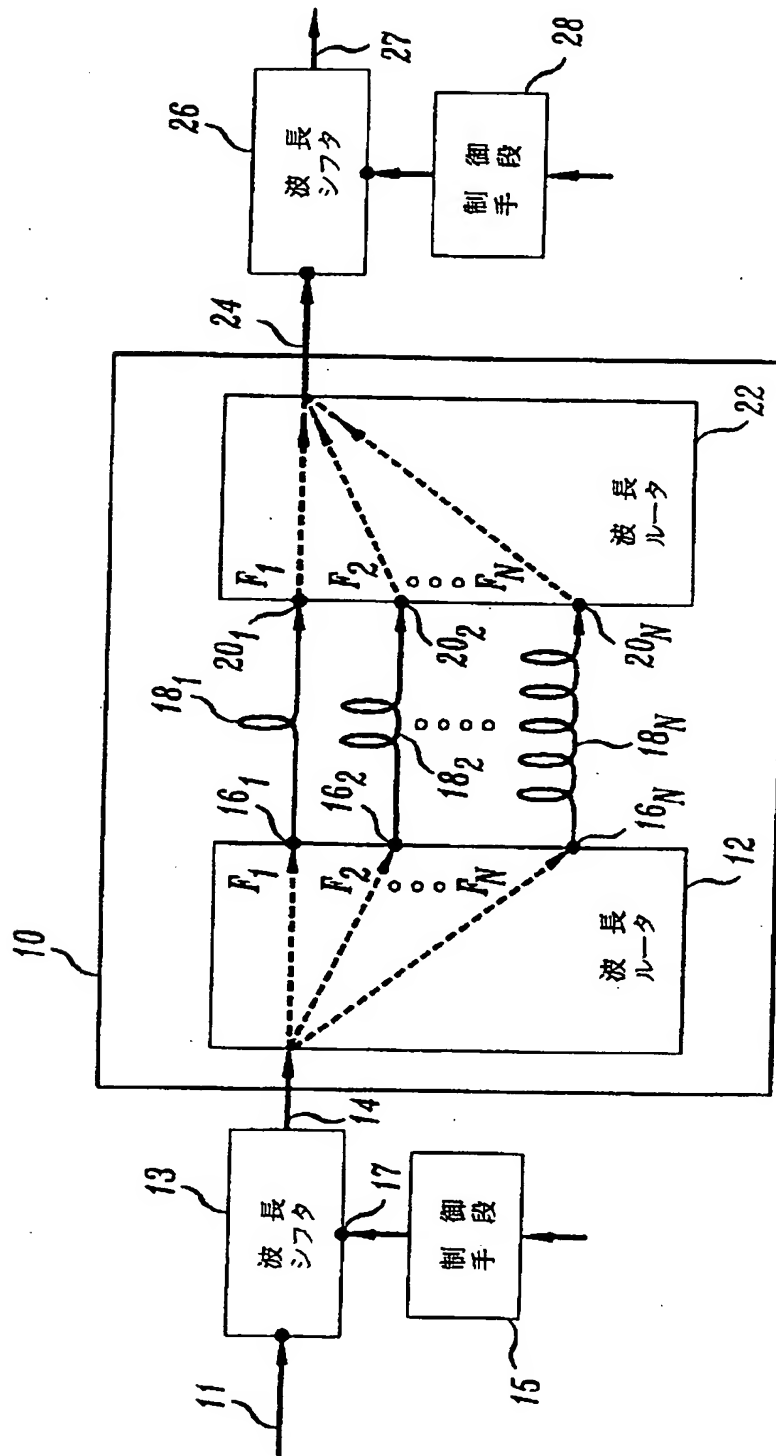
現する多数の構成を考案できることが理解できるものである。従って、特許請求の範囲の精神及び広義の範囲に入るこれら全ての代替、修正及びバリエーションが本発明の原理によって網羅されるものである。

【図面の簡単な説明】

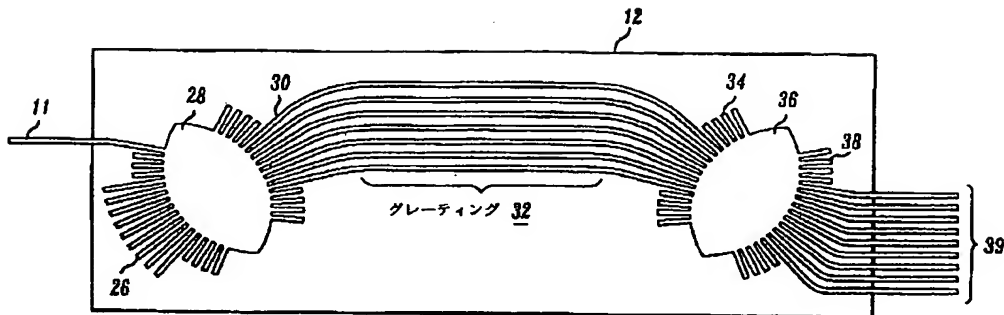
【図1】 光学可変遅延ラインの一例の図面である。

【図2】 図1の周波数ルーティングデバイスの詳細を示す図面である。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 バernaード グランス
 アメリカ合衆国 07722 ニュージャージー
 イ, コルツ ネック, ウッドホロー ロー
 ド 64

(72)発明者 ロバート ウッドロウ ウィルソン
 アメリカ合衆国 07733 ニュージャージー
 イ, ホルムデル, ヴァレー ポイント ド
 ライヴ 9